THÈSE

ERNEST BAUDRIMONT.



PARIS
IMPRIMERIE CENTRALE DE NAPOLÉON CHAIX ET Cᵉ,
Rue Bergère, 20, près du boulevart Montmartre.
1852

A Monsieur le Professeur Guibourt
témoignage de ma vive reconnaissance
et de mon respectueux dévouement
E. Baudrimont.

AUX MANES DE MA MÈRE

ET DE

MA SOEUR CORINNE.

Souvenir d'un Bonheur perdu!...

A MM. LES PROFESSEURS DE L'ÉCOLE DE PHARMACIE

Leur très-respectueux et très-reconnaissant élève.

THÉORIE

DE LA FORMATION DES EAUX MINÉRALES

DES CAUSES

QUI DÉTERMINENT ET PEUVENT MODIFIER LEUR TEMPÉRATURE ET LEUR COMPOSITION



THÈSE

PRÉSENTÉE ET SOUTENUE

DEVANT L'ÉCOLE DE PHARMACIE DE PARIS

LE 26 AOUT 1852,

PAR BAUDRIMONT (MARIE-VICTOR-ERNEST),

DE COMPIÈGNE (OISE),

Préparateur à l'École de Pharmacie, bachelier-ès-sciences, ex-interne lauréat des hôpitaux, lauréat de l'École de Pharmacie.

PARIS

IMPRIMERIE CENTRALE DE NAPOLÉON CHAIX ET C[e]

Rue Bergère, 20, près du boulevart Montmartre.

1852.



THÉORIE

DE LA FORMATION DES EAUX MINÉRALES

DES CAUSES

QUI DÉTERMINENT ET PEUVENT MODIFIER LEUR TEMPÉRATURE ET LEUR COMPOSITION (1).





L'énorme quantité d'eau répandue sur la surface du globe, dans son contact incessant avec la masse des substances minérales qui forment celui-ci, ne pouvait rester pure et devait nécessairement entraîner quelques-unes de ces substances en dissolution. Et comme les circonstances de contact ne sont pas partout les mêmes, comme la composition des substances que l'eau rencontre est diverse et multiple, il a dû en résulter de grandes différences dans la quantité et la nature des principes que l'eau a pu dissoudre : de là le nombre si grand et la composition si variée des sources minérales.

Étudier cette composition et rechercher les influences modificatrices qui peuvent la faire varier; énumérer les causes puissantes qui sont elles-mêmes la source de ces influences, tel est le vaste programme que comprend notre question.

Pour la traiter telle qu'elle devrait l'être, un plan s'est naturellement présenté à notre esprit, — mais si grand, si puissant, qu'il nous a fait reculer devant une tâche aussi difficile et au-dessus de notre portée : c'était de suivre les transfigurations de la matière chaotique depuis le *commencement* jusqu'à nous ! Nous avions là, tout d'un coup, et les causes qui déterminent la température des *eaux minérales*, et celles qui ont déterminé et modifié successivement leur composition; et, de plus les transformations qu'elles ont dû subir aux différentes époques géologiques jusqu'à la nôtre. — Mais le tracé d'un pareil tableau demandait un talent et une vigueur de conception qui ne nous appartiennent pas. Nous devrons donc modifier la route que nous aurions désiré suivre.

L'*Eau de la mer* est une eau minérale. Elle s'est formée dès l'instant où la température de la terre a été assez basse pour permettre à la vapeur d'eau qui existait dans

(1) J'aurais désiré présenter comme thèse le résultat de mes recherches sur la génération spontanée, sujet auquel je travaille depuis plusieurs années; mais le temps ne m'ayant pas permis de terminer mes expériences, et comprenant d'ailleurs qu'un pareil sujet ne peut être présenté que complet, je me suis déterminé à soumettre à l'appréciation de mes professeurs un travail sur les eaux minérales, rédigé il y a deux ans, et auquel mes occupations ne m'ont pas permis d'apporter les modifications dont il est susceptible. A cause de ces circonstances j'oserai réclamer ici l'indulgence de mes juges.

l'atmosphère de se condenser. — Véritable *caput mortuum* de toutes les dissolutions aqueuses, elle a dû changer énormément de composition, suivant l'âge de notre planète.—L'ensemble des terrains stratifiés nous prouve sa puissance de dissolution à toutes les époques ; puissance exagérée d'abord et portée au maximum par la haute température du globe dans ses premières évolutions, et par l'énorme pression que devait exercer l'atmosphère ; puissance qui, diminuant de siècle en siècle, nous a laissé l'eau de la mer telle que nous la connaissons maintenant.

A côté de cette masse aqueuse dont nous ferons bientôt une étude particulière, nous avons à considérer les sources qui jaillissent de tous les terrains et qui, entraînant avec elles des principes minéraux remarquables, soit par leur quantité, soit par leur qualité, constituent les *eaux minérales médicinales*. — Ce nom, qui leur assigne des propriétés thérapeutiques bien constatées, doit éloigner de l'étude que nous allons faire toutes les sources d'eau ordinaire ou potable.

Les substances que l'on rencontre dans les *eaux minérales* sont nombreuses : gaz, acides et alcalis, sels de toute espèce, matières organiques et organisées, rien n'y manque. — Ce sont d'abord les matières les plus abondantes et les plus communes, comme le sel marin, le calcaire, le gypse, des sels de fer, etc. Mais nous devons les indiquer avec ordre et une à une pour pouvoir remonter à la cause de leur présence.

Les gaz renfermés dans les *eaux minérales* sont : l'oxygène, l'azote, l'acide carbonique, l'hydrogène carboné, les acides sulfhydrique, chlorhydrique et sulfureux. — D'autres acides, tels que les acides sulfurique, phosphorique, borique, silicique, etc., s'y rencontrent également. Tous sont le plus souvent combinés.—Les bases formant des sels avec tous ces acides sont : la potasse, la soude, la lithine, l'ammoniaque, la chaux, la magnésie, la baryte, la strontiane, l'alumine, les oxydes de fer, de manganèse, etc.

D'où viennent tous ces corps ? Pourquoi affectent-ils plutôt tel état que tel autre dan les *eaux minérales* ? C'est ce que nous allons rechercher.

Et d'abord, d'où vient l'eau, base principale des sources minérales ?

Les données très-vagues que l'on possède sur ce sujet sont loin de satisfaire à toutes les exigences. — Il est bien certain qu'une grande partie d'entre elles est formée par l'infiltration de l'eau de pluie à travers les différentes couches géologiques.—Mais, est-ce là tout?

Certes, la quantité d'eau qui tombe de l'atmosphère est bien grande ! Mais il est permis de supposer qu'elle ne suffit pas toujours au développement et à l'alimentation des sources minérales.—Pour le prouver, nous ne nous rejetterons pas sur la quantité, mais bien sur la difficulté que l'eau qui tombe sur la surface du sol doit avoir à pénétrer certains terrains où les sources sont quelquefois très-abondantes. C'est ainsi que celles qui sourdent des terrains primitifs doivent nous paraître devoir se former avec beaucoup de peine par ce moyen, lorsque nous considérons l'homogénéité, la compacité des roches granitiques, n'offrant que quelques fissures sans anastomoses aux nombreux filets d'eau qui cherchent à les traverser. — Les terrains stratifiés doivent présenter beaucoup moins d'opposition à cette infiltration qui, chez eux-même, peut se régulariser davantage ; — mais encore cet effet doit-il avoir une limite. — Enfin, la composition de certaines sources très-bromurées et iodées semble nous indiquer que, dans certains cas, peut-être beaucoup plus répandus qu'on ne le pense, la masse d'eau qui forme les mers doit elle-même pouvoir

pénétrer les couches terrestres, soit directement, soit par des moyens que la nature nous a cachés jusqu'à présent, mais qui doivent suffire en grande partie à la réalisation de ces phénomènes : les volcans boueux, les geysers, sont là au besoin pour le prouver.

C'est donc à ces deux causes : 1° à l'infiltration des eaux du ciel; 2° et à la pénétration des eaux de la mer, que nous devons rapporter l'alimentation des sources minérales.

D'après cela, il est bien facile de comprendre que les moyens que l'eau emploie pour arriver à diverses profondeurs de la croûte terrestre, l'obligent à se charger sur son passage des différentes substances solubles qu'elle rencontre.— Et comme ces substances varient avec les terrains que l'eau pénètre, il en résulte la variété de composition que nous connaissons aux *eaux minérales*. Cependant, cette composition n'est pas toujours en rapport avec celle des terrains que le fluide aqueux traverse; ce qui fait mentir un peu cette espèce d'aphorisme de Pline : *Tales sunt aquæ, qualis terra per quam fluunt.* — On comprendra facilement qu'il doit en être ainsi : d'abord, parce qu'il nous est rarement donné de suivre ces courants dans tous les détours qu'ils font dans l'épaisseur des couches terrestres ; ensuite, parce que, traversant successivement la suite des terrains qui se recouvrent, et modifiés souvent par là dans leur composition, on ne peut attribuer à ces courants la véritable place où ils prennent naissance.

Il est donc très-difficile de classer les *eaux minérales* d'après leur origine géologique. Cependant, M. A. Brongniart, en cherchant à rallier leur composition à celle des lieux d'où elles s'échappent, a pu établir pour elles une classification géologique qui, sans être à l'abri de tout reproche, est encore assez satisfaisante. Il admet pour elles cinq grandes divisions qui correspondent à cinq grandes divisions géologiques :

1° *Eaux minérales des terrains primitifs.* — Ces eaux sont toutes thermales. Elles contiennent de l'acide carbonique , de l'acide sulfhydrique, de la soude à l'état de carbonate, très-peu de sels de chaux, encore moins de sels de fer. Mais il y a de la silice en quantité assez abondante. Telles sont les eaux des Pyrénées, de Chaudes-Aigues, etc.

2° *Eaux minérales des terrains de sédiments inférieurs.* — Assez semblables aux précédentes, elles sont encore thermales et possèdent l'acide carbonique, le sel de soude et un peu de silice. Mais l'hydrogène sulfuré disparait en partie, et les sels de chaux, notamment le sulfate, y deviennent plus considérables.

3° *Eaux minérales des terrains de sédiments supérieurs.* — Ici les eaux sont froides. L'hydrogène sulfuré , l'acide carbonique, le carbonate de soude et la silice ont disparu. A leur place viennent en abondance le sel marin , les sels magnésiens, les sels de chaux et de fer à l'état de chlorures, sulfates, carbonates, phosphates, et avec des compositions variées. Telles sont la plupart des eaux salines.

4° *Eaux minérales des terrains de transition.* — Par la place qu'elles occupent, elles partagent naturellement la composition des eaux des terrains primitifs et de celles des terrains de sédiments. La silice y est encore, puis l'acide carbonique qui s'y montre souvent en abondance avec le carbonate de soude, celui de chaux, etc. A ce groupe appartiennent les eaux de Vichy, du Mont-Dore, de Seltz, etc.

5° *Eaux minérales des terrains trachitiques anciens et modernes.* — Elles se ressentent du voisinage des volcans, ressemblent beaucoup aux eaux des terrains de transition , et contiennent de plus des substances étrangères à celles que nous venons d'examiner. Les

acides sulfureux, chlorhydrique, borique et quelquefois sulfurique peuvent y être rencontrés à l'état libre.

Telle est, en abrégé, la classification établie par M. Brongniart. Mais on devine combien la présence des terrains supérieurs à celui d'où l'eau sort et qu'elle est obligée de parcourir progressivement, peut modifier ces données et faire commettre des erreurs de classification.

Voilà donc deux points qui nous sont acquis : l'origine de l'eau et celle des substances minérales qu'elle arrache à tous les terrains qu'elle parcourt. Or, parmi toutes les substances que nous avons citées dans ces eaux, quelles sont celles qui ont pu être ramassées toutes formées ; quelles sont celles qui ont pu prendre naissance à l'aide de réactions intérieures et cachées ?

D'abord, l'eau que nous supposons tomber de l'atmosphère sur le sol, lave les premières couches des terrains qu'elle rencontre et s'empare des sels solubles de soude, de potasse, de magnésie, etc., de la terre végétale, à l'état de chlorures, sulfates, nitrates, etc. — De plus, elle délaie et dissout quelques principes organiques ; puis, saturée d'air autant que possible, elle pénètre lentement les couches inférieures et rencontre là d'autres substances. C'est, dans les terrains primitifs, et de la silice, et des sels de potasse venant des granites et des feldspaths. Aidée par les alcalis et par la température élevée de ces couches profondes, l'eau se sature de ces substances. Et peut-être cette eau, aérée à la température et probablement à la grande pression où elle se trouve, est-elle un moyen puissant de décomposition sur les feldspaths et les roches analogues. — Mais d'où viennent certaines autres substances qui caractérisent les eaux des terrains primitifs ? D'où viennent l'hydrogène sulfuré, les sulfures des eaux des Pyrénées ? Il est bien difficile de le dire (A). Là, du reste, n'est pas le plus grand embarras, car lorsque l'on veut aborder la question des substances organiques dans les mêmes eaux, le problème semble encore plus obscur, plus insoluble. Ces matières protéiformes, tantôt simplement dissoutes, tantôt gélatineuses et amorphes comme la glairine, puis s'organisant en sulfuraire, conferves, anabaines, oscillaires, nostoch, zygnema, scytosiphon, etc. ; ces matières, d'où viennent-elles ? Dérivent-elles des substances que l'eau a dissoutes dans les couches supérieures ? Proviennent-elles des débris organiques ensevelis au milieu des roches profondes ? Sont-elles la transformation nouvelle d'un ancien monde englouti et éteint ? Qui le sait ?... Toujours est-il que leur présence doit nous étonner au plus haut degré, et que les transformations qu'elles subissent là, passant de la matière dissoute à la matière glaireuse et amorphe, et de celle-ci à une organisation véritable et vivante, doit attirer nos regards et nous stimuler pour une étude qui touche à une des plus belles questions que la science ait à résoudre, la *génération spontanée*....... D'autant plus que certains des êtres organisés qui prennent ainsi naissance dans les *eaux minérales* en sont souvent les plus vivants caractères ; comme la *sulfuraire* pour les eaux sulfureuses des Pyrénées, d'après les belles recherches de M. Fontan.

Abandonnant ces terrains où l'eau puise la silice et les sels alcalins, elle doit se saturer, dans les terrains supérieurs, de sels de chaux, de magnésie, de fer, etc. — Cette eau, par l'air qu'elle transporte, transformera les pyrites en sulfate de fer. — L'excès d'acide de celui-ci pourra dissoudre de l'alumine et de la magnésie en passant au milieu des roches

schistoïdes. — Que le carbonate de soude qu'elle contient rencontre un banc de gypse, et une réaction va s'établir entre ces deux corps et donner du sulfate de soude soluble et du carbonate de chaux insoluble qui restera là. — Si de l'acide carbonique est mis en liberté au milieu de ces eaux dans ces profondeurs souterraines, soit par la décomposition des carbonates, soit par une combustion possible de matériaux organiques, il agira sur les carbonates insolubles et formera des bi-carbonates calcique, magnésique, ferrique solubles, que l'eau entraînera avec les autres substances qu'elle contient déjà. — Cet acide carbonique peut avoir lui-même une autre cause de production, comme celle à laquelle on attribue sa présence dans la grotte du Chien (à Naples) : des pyrites de fer, oxydées et transformées en sulfate acide réagiraient sur les carbonates terreux en en chassant l'acide carbonique.

Ainsi, d'un côté, nous avons des substances qui sont enlevées toutes formées aux matériaux qui les recèlent ; de l'autre, des réactions chimiques aidées par la pression et la température font naître de nouveaux composés. — C'est d'elles que résulteront les eaux sulfureuses accidentelles, c'est-à-dire, qui proviennent de la réduction du sulfate calcique par des matières organiques. — M. Fontan en a donné de beaux exemples dans son travail sur les eaux des Pyrénées. Nous en voyons encore un dans l'eau minérale d'Enghien, où l'origine des sulfures calcique, magnésique et potassique est incontestablement indiquée.

A ces deux ordres de substances, nous pourrons ajouter celles que l'eau apporte avec elle-même, comme le sel marin, les nitrates, les sels ammoniacaux ; ce qui se comprend, soit que l'eau vienne de l'atmosphère, soit qu'elle ait été portée par la mer dans les profondeurs du globe. — De là, sans doute, les bromures et les iodures, dont la quantité est si grande dans les eaux de Hombourg, Kreusnach, Wiesbaden, etc. Notons enfin les substances qui, fabriquées par la combustion volcanique, viennent se dissoudre dans l'eau et lui donner des caractères spéciaux ; comme les acides sulfureux, sulfurique, chlorhydrique, borique, etc.

Les eaux ainsi chargées de substances franchissent les dernières couches qui les emprisonnent, aidées, sans doute, par plusieurs causes. — Ou bien ce sera en vertu de l'équilibre des niveaux, en supposant que l'eau soit dans une espèce de siphon renversé et à branches inégales, comme dans les puits artésiens ; ou bien elles devront leur sortie à une force mécanique, tel que la compression de l'eau par les gaz, comme cela paraît avoir lieu à Vichy (B) ; ou par la vapeur d'eau elle-même, comme dans les geysers et peut-être dans les fumarolles des lagonis de Toscane.

C'est à ces causes que nous devons rapporter les intermittences singulières qui se remarquent chez un certain nombre d'entre elles. Ainsi, le grand Geyser, en Islande, lance toutes les dix minutes à peu près, une effroyable gerbe d'eau presque bouillante au milieu de détonations épouvantables. D'autres geysers plus tardifs ont cependant des intermittences réglées et forment de véritables volcans d'eau, comme celui du Strock, non loin du premier. Des intermittences remarquables ont encore lieu dans une source, près de Colmars en Provence, où l'eau s'élève et s'abaisse successivement huit fois en une heure ; puis les intermittences des eaux de Boulaigne, dans les Gardons, qui se prolon-

gent quelquefois pendant vingt ans, pour donner ensuite de l'eau pendant quelques jours ou quelques mois.

Après avoir répondu à peu près à la première partie de notre programme : *Théorie de la formation des eaux minérales*, nous devons examiner maintenant les *causes qui déterminent et peuvent modifier leur température et leur composition*.

Nous diviserons cette partie en quatre paragraphes :

1° Causes qui déterminent la température des eaux minérales;
2° Causes qui modifient cette température;
3° Causes qui déterminent leur composition;
4° Causes qui la modifient.

§ 1. Causes qui déterminent la température des Eaux minérales.

La cause de cette température a été attribuée à cinq sources différentes :

1° Au feu central; 2° à la chaleur des volcans; 3° à des courants électriques; 4° à des réactions chimiques; 5° à des combustions particulières à certaines localités, comme celles de quelques houillères. Nous les avons placées ici dans l'ordre de leur valeur scientifique; et, en les traitant d'après cet ordre, nous verrons que quelques-unes d'entre elles rentrent dans les autres.

La question du feu central, qui a exercé et qui exercera encore plus d'un génie ardent, a toutes les probabilités pour elle et, nous osons le dire, une entière certitude pour nous. Les recherches météorologiques sur l'échauffement décroissant des couches terrestres par le rayonnement solaire, à partir de la surface du sol; l'existence d'une couche à température invariable; enfin l'élévation graduée du thermomètre, à partir de cette dernière couche, à mesure que l'on s'enfonce dans les entrailles de la terre; tout nous prouve la vérité de cette opinion. Mais les conséquences que l'on est forcé d'en déduire en sont réellement si exorbitantes, si extraordinaires, qu'on a cherché à les restreindre en restreignant aussi la théorie. — Faisons-nous entendre. — Lorsque l'on a franchi la couche à température invariable, qui, comme on sait, croît de profondeur et diminue de chaleur en allant de l'équateur aux pôles, on arrive à des couches inférieures qui ne sont plus susceptibles d'éprouver des variations de température, car leur chaleur est indépendante de celle du soleil et de celle de l'espace. — Cette chaleur qui est propre à la masse du globe, reste invariable pour une même couche et croît plus ou moins rapidement avec la profondeur. Dans certains lieux, le thermomètre monte de 1 degré par 15 à 16 mètres de profondeur. Dans d'autres, il faut le plonger de 50 à 60 mètres dans les mines pour le faire monter de ce même degré. Mettons, en moyenne, qu'il augmente de 1 degré par 30 ou 33 mètres; il arrivera qu'à une profondeur de 3,000 mètres, nous devrons avoir la température de l'eau bouillante; qu'à une profondeur de 20,000 mètres, nous aurons une chaleur de 5 ou 600 degrés, capable de fondre déjà un grand nombre de substances; — et qu'enfin au centre de la terre, la température ne serait pas moins de 200,000 degrés, chaleur dont nous n'avons aucune idée (C). Or, cette augmentation de température, si bien prouvée par les belles recherches de Fourier et de M. Cordier, nous

indique que l'intérieur de la terre est en pleine fusion, complétement liquide, et que la coque terrestre repose sur cette masse incandescente, enfermant dans une croûte de 20 lieues d'épaisseur un globe de feu d'un diamètre de près de 3,000 lieues.

Quand on en arrive à de pareilles conséquences, il est plus que naturel de rechercher si cela est possible, et si l'induction ne nous trompe pas monstrueusement.

Pour réduire de beaucoup ces données, Poisson a nié la liquidité du centre de la terre, supposant, tout en admettant une première et entière fusion, que les parties qui s'étaient refroidies en premier lieu à la surface du globe, étaient tombées au fond, au centre, et que cette manœuvre s'était répétée un grand nombre de fois jusqu'à la solidification presque entière de toute la masse. — D'un autre côté, Ampère rejetait l'idée de liquidité du centre du globe, en montrant, par le calcul, l'influence terrible qu'exercerait l'attraction de la lune sur cette masse liquide, d'où résulterait des marées de feu qui feraient craquer à chaque instant le frêle esquif sur lequel nous reposons. — D'autres ont supposé que la compression était tellement énorme dans ces profondeurs, que l'état liquide y était impossible. Mais alors comment expliquer cette chaleur centrale croissante et les phénomènes volcaniques dont nous sommes témoins? On a eu recours pour cela à des explications de réactions chimiques; à l'action de l'eau sur une masse considérable de métaux alcalins qui, suivant Davy, composerait les couches inférieures. — Gay-Lussac, étudiant les nombreuses réactions chimiques qui se passent au sein des cratères volcaniques, a émis l'opinion que la chaleur que ceux-ci recélaient était produite par la réaction de l'eau sur les chlorures alcalins, comme semble l'indiquer la présence des composés chlorurés.

Mais malgré toutes ces séduisantes théories, il vaut mieux en être réduit à accepter les conséquences prodigieuses où mène la théorie de la chaleur centrale; car elle se lie à un ensemble de faits qui embrasse l'univers, faits qui paraissent trop rationnels pour être abandonnés. — Nous admettrons donc que la terre a été formée par la condensation successive de la matière gazéifiée par la chaleur née du sein même de cette matière, par sa seule force attractive et son contact; que notre globe abandonné par les tourbillons ou anneaux imaginés par Laplace, ou arraché à la masse solaire par le choc d'un astre plus grand encore; que ce globe, disons-nous, est devenu ensuite liquide, qu'il s'est refroidi peu à peu à sa surface; que dans les milliers de siècles pendant lesquels il a traversé l'espace, il a subi toutes les révolutions dont la connaissance nous est léguée par l'étude de la géologie; qu'enfin, parvenu à l'état stable où nous le voyons, il renferme encore une source énorme de chaleur capable de donner lieu aux phénomènes volcaniques, aux tremblements de terre, à la thermalité des eaux, etc., — et que tout nous fait présager que cette température propre lui restera bien longtemps encore, quand nous voyons, d'après les calculs de Fourier, que la terre ne saurait perdre $\frac{1}{57600}$ de degré centésimal en un siècle.

Nous ajouterons ici, puisque nous en avons l'occasion, une idée qui pourra d'abord sembler bizarre et même ridicule; mais il se pourrait que le mouvement de rotation de la terre sur son axe ne fût dû qu'à sa liquidité centrale (D). Et nous croyons qu'il serait peut-être possible de calculer la vérité de cette opinion en cherchant le temps de refroidissement des planètes d'après leur volume, en partant des données que nous possé-

dons sur la chaleur centrale de la terre, et en établissant la relation qui peut exister entre ce refroidissement calculé et leur vitesse de rotation. La lune, par exemple, dont la masse est bien moindre que celle de la terre, a dû se refroidir plus vite : aussi la voyons-nous tourner sur elle-même très-lentement, puisqu'elle tourne sur son axe en 29 jours, 3 heures et quelques minutes. — Suivant cette idée, la rotation sur l'axe décroîtrait avec le refroidissement de la planète et serait proportionnelle à la masse et à la quantité de chaleur qu'elle contiendrait. (E.)

Pour en revenir à la thermalité des *eaux minérales*, nous voyons, d'après l'opinion précédente, que cette thermalité s'explique très-bien par les effets du feu central. Et cela devient évident en remarquant que les eaux les plus profondes sont les plus chaudes, fait bien connu pour les puits artésiens et qui a été constaté dans les geysers d'Islande. D'après M. Lottin, en effet, l'eau du grand Geyser, qui a 82° au sortir du cratère, aurait 124° à 24 mètres de profondeur; — celle du Strock, qui arrive presque bouillante à sa sortie, aurait 111° à 13 mètres de profondeur. — Nous avons encore comme exemple une des sources de Carlsbad qui a 73° à sa sortie et qui, dans les profondeurs où on l'a suivie, se montre presque bouillante; ce qui a fait surnommer la source le *Chaudron de Sprudel.*

Nous admettons donc que la thermalité des eaux est presque toujours due à la chaleur propre du globe et que ces eaux sont d'autant plus chaudes qu'elles viennent de terrains plus profonds.

D'après cela nous voyons que les autres théories auxquelles on a rapporté la thermalité des eaux auront pour nous peu de valeur, car elles ne forment que l'exception. — Ainsi, il est vrai que les volcans peuvent bien être l'origine de sources thermales; mais cette théorie n'est applicable qu'à celles qui se trouvent dans leur voisinage. On a vu, en effet, des sources d'*eaux minérales* jaillir lors de certaines éruptions volcaniques. Puis on voit dans les montagnes volcaniques des sources qui sont d'autant plus chaudes, qu'elles se rapprochent davantage du foyer de chaleur. Mais encore une fois, ce sont des cas exceptionnels, et la composition de l'eau l'indique même de suite en offrant à l'analyse des composés acides et libres qui ne se trouvent guères que là; telles les eaux du Rio-Vinagre et celles du Mont-Idienne à Java. Ajoutons que le feu des volcans dérivant du feu central, tout ceci rentre dans notre première théorie.

Quelques savants ont émis l'idée que la thermalité des eaux était due à des courants électriques qui naissent dans les différentes couches des terrains par le contact de ces couches elles-mêmes, différant entre elles de composition et de propriétés physiques. Anglada a cherché à développer cette théorie; mais, quoique présentée habilement, elle n'est réellement pas soutenable.

Il en est de même de celle qui invoque les réactions chimiques comme cause spéciale de cette chaleur. Certes, on ne peut nier que les réactions chimiques (et elles sont nombreuses dans les eaux comme nous l'avons vu) ne soient une source de chaleur, voire même d'électricité; mais cela suffit-il pour notre explication? Non, car il serait parfaitement rationnel de penser que les eaux les plus chargées de substances seront les plus chaudes; ce qui n'est pas.

Enfin, quant à la chaleur dégagée par la combustion des houillères, comme celles de

certaines mines de Saint-Étienne, qu'on croit capables d'élever la température des sources de Vichy (F), Néris, etc., ce serait tout au plus un cas exceptionnel qui ne saurait se rencontrer partout.

§ 2. Causes qui modifient la température des Eaux thermales.

Ces causes sont assez nombreuses : le voisinage des volcans, les tremblements de terre, la profondeur des eaux, la hauteur à laquelle elles se trouvent placées, les mélanges qu'elles peuvent subir soit avec d'autres sources, soit par une surabondance de pluies, soit encore par la fonte des neiges et le débordement des rivières, toutes ces influences peuvent un peu dominer leur température initiale. Il en est de même de leur position sous une latitude plus ou moins avancée. Mais ce qu'on doit dire, c'est que les influences météorologiques ne semblent pas s'exercer sur elles.

L'influence du voisinage des volcans a été constatée partout comme nous l'avons déjà dit : les geysers d'Islande suffiraient seuls pour le prouver. Mais on a été à même de constater également celle des tremblements de terre. Pour les sources de Las Trincheras, M. Boussingault (ou M. de Humboldt) a vu leur température s'élever de quelques degrés après qu'un tremblement de terre se fut fait sentir dans la région des Andes où elles se trouvent. De même, après un tremblement de terre, une des sources de Carlsbad s'abaissa de quelques degrés, tandis qu'au même moment celle de la Reine Blanche, à Bagnères, augmentait de température. Comment ces ébranlements souterrains, présages habituels d'éruptions volcaniques, peuvent-ils modifier ainsi la température de certaines sources ? Il est difficile de le dire. Est-ce en rapprochant ou en éloignant les couches du foyer calorifique ? Dans ce cas, le refroidissement ou l'excès de chaleur seraient inappréciables pour un certain temps. Il est donc difficile de rien dire à cet égard.

Quant à l'influence de la profondeur où sont placées les eaux sur leur température, nous l'avons déjà fait comprendre en étudiant la marche de la chaleur centrale à l'aide du thermomètre. Nous avons cité les expériences de M. Lottin sur la température des sources des geysers à une certaine profondeur, et on ne peut douter qu'il n'en soit de même pour toutes les autres sources. Et il est probable qu'elles atteignent souvent une température de plus de 100° à cause de la grande pression qu'elles doivent subir dans les cavités où elles sont renfermées. C'est ce qui pourrait servir à expliquer la présence au milieu d'elles de certaines matières qu'elles ne sauraient dissoudre dans les circonstances ordinaires. Mais il faut ajouter ici que la haute température donnée par une grande profondeur est contrebalancée par la longueur du parcours de l'eau. Ces différences dans la situation des *eaux minérales* expliquent comment des sources très-rapprochées les unes des autres peuvent présenter de grandes dissemblances dans leur thermalité. Telle source à Barèges peut dépasser 40° quand d'autres n'en ont pas 33°. A Bourbon-l'Archambault, la source saline a 40° ; celle de Jonas ne possède que la température ordinaire. Il en est de même des sept sources de Vichy qui n'ont aucune la même température.

Remarquons ici ce que nous avons oublié de dire au commencement, que les limites de température des sources sont très-étendues. Il en est qui n'ont que la température

moyenne de la localité d'où elles sourdent ; quelquefois même elles sont plus froides : ce sont les *sources froides*. Il en est d'autres, les vraies sources thermales, dont la température peut s'élever presque jusqu'à l'ébullition : les eaux de Néris, Vichy, Bourbon-l'Archambault, Plombières, ont jusqu'à 40° et plus ; celle de Carlsbad, 73° ; Chaudes-Aigues, 88°; le Geyser, 82°; Las Trincheras, 97°.Ce sont ces températures qui font diviser les eaux thermales en eaux *tempérées*, *douces*, *chaudes* et *brûlantes*.

La *hauteur* influe naturellement sur la thermalité des eaux. M. Boussingault, en prenant la température des diverses sources près de Caraccas, à Las Trincheras, a vu que la source qui était située presque au niveau de la mer était la plus chaude, 97°; qu'une autre, qui était ensuite à 467 mètres au-dessus de la première, n'avait plus que 60°; et qu'une autre, située en un lieu encore plus élevé, perdait encore de sa température. Ces faits sont très-naturels et coïncident avec tous les faits connus. Ne sait-on pas, en effet, qu'à mesure que l'on s'élève dans l'air, la température décroît rapidement et que les hauteurs à parcourir pour perdre un degré du thermomètre,diminuent à mesure que l'on s'éloigne de l'équateur, et que cette perte de 1° peut correspondre depuis 111 mètres jusqu'à 283 mètres en hauteur, etc. ?

Enfin, le mélange des sources thermales avec d'autres plus froides, comme M. Fontan a pu le voir dans les Pyrénées, une surabondance de pluie inaccoutumée, la présence dans les environs des sources de glaciers ou de grandes masses de neige, ou encore le débordement des rivières, coïncident souvent avec des abaissements de température dans les sources. C'est à quelques-unes de ces causes qu'on doit attribuer les variations de 1 ou 2 degrés qu'on remarque dans quelques-unes des sources de Vichy (G). Mais il est d'autres sources qui semblent réellement se refroidir depuis qu'on possède sur elles un temps suffisant d'observation : l'eau de Néris en offre, dit-on, un exemple. Anglada a de même constaté un notable abaissement de température dans les sources thermales des Pyrénées, d'après les données laissées par Bayen et Venel, lors de leur étude des eaux minérales, en 1772.

Ces faits sont très-acceptables, car il n'est pas impossible de voir changer les causes qui produisent la thermalité des *eaux minérales* ; elles n'ont rien de fixe ni de stable, puisque nous avons vu les tremblements de terre les modifier d'une façon ou d'une autre. Nous verrons qu'il en est de même pour leur composition.

L'influence de la latitude, de même que celle de la hauteur, peut se faire sentir sur la chaleur des sources. On conçoit, en effet, que le climat brûlant de la zone torride puisse ajouter quelques degrés à la température d'une source. Cependant ces faits ne sont pas parfaitement prouvés, au moins quant aux eaux vraiment thermales ; et, du reste, aucun des phénomènes météorologiques ne semble produire sur elles un pareil résultat.

Telles sont les causes qui peuvent modifier la température des eaux thermales; mais avant de quitter ce chapitre, puisque l'*eau de mer* est l'eau minérale par excellence, nous devons étudier un peu la marche de la chaleur répandue dans sa masse. Cette température, entièrement due, sans doute, à l'action solaire et à la chaleur de l'espace, varie énormément de l'équateur aux pôles. — Sous la zone torride, la mer à sa surface a une température qui varie peu et qui est de 24 à 26° (à peu près la température moyenne de l'air en ces régions). Mais en prenant dans ces mêmes lieux la température de l'eau à

diverses profondeurs, on la voit décroître insensiblement et arriver à 4 ou 5° seulement. — Si on fait les mêmes recherches vers les cercles polaires, on voit la température à la surface être bien au-dessous de 0° et en moyenne de — 7° à — 8° ; mais dans les endroits où les glaces permettent l'expérience, le thermomètre, descendu le plus bas possible, indique une température croissante qui va jusqu'à + 2°,2. Or, entre l'eau de l'équateur, dont la température décroît avec la profondeur et celle du pôle, où l'on remarque l'inverse, il y a une limite où l'équilibre semble établi, une zone où la température reste presque la même à quelque profondeur que ce soit : cette zone est située à peu près vers le 68° latitude. — Enfin, cette différence de chaleur entre l'eau de l'équateur et celle du pôle fait qu'il s'établit de vastes courants d'un bout à l'autre de l'Océan, car les couches d'eau présentent alors un équilibre instable qu'elles rompent inévitablement. Les pôles envoient un courant sous-marin d'eau froide à l'équateur; celui-ci leur renvoie un courant plus superficiel d'eau chaude. De là ces énormes courants sous-marins dont l'amiral Duperrey a commencé l'étude et dont il a déjà essayé de tracer la carte. Ce sont les courants constants. Mais il y a encore des courants périodiques et accidentels, dont nous ne pouvons nous occuper.

La température de la mer n'est donc pas uniforme, puisqu'elle varie d'une région à l'autre; elle varie même pour des mers différentes et d'après l'exposition des côtes, d'après les recherches de M. Aimé sur la température de la mer Méditerranée sur le rivage africain. Nous verrons dans le paragraphe suivant l'influence de cette température sur la composition de l'eau de la mer.

Telles sont les causes qui déterminent et modifient la température des eaux minérales.

§ 3. Causes qui déterminent la composition des Eaux minérales.

Nous aurions à voir maintenant ce qui influe sur leur composition; mais cette étude a fait le sujet de notre premier paragraphe. Nous avons vu, pour nous résumer, que leur composition tenait toute aux terrains qu'elles avaient à traverser; que, lorsque ceux-ci ne semblaient avoir aucune relation avec celles-là, il ne fallait en accuser que les difficultés que présentent de pareilles observations, difficultés qu'on ne saurait vaincre. — Après l'influence des terrains, nous avons examiné celle des réactions chimiques qui pouvaient se passer au contact des corps en présence, aidées encore par la température et la pression. Nous avons examiné l'influence de cette température elle-même, et enfin ce que peuvent les substances apportées par l'eau ou celles qui sont spontanément fournies par les circonstances, comme cela se voit pour les volcans.

Après cette récapitulation rapide, nous avons en dernier lieu à examiner les causes modificatrices de leur composition.

§ 4. Causes qui modifient la composition des Eaux minérales.

Et d'abord, les sources minérales ont-elles une composition variable susceptible d'être altérée progressivement? (H) Tout nous porte à le croire. Si, parmi le grand nombre d'observations tentées pour décider la question, il en a été beaucoup qui se sont montrées favorables à l'opinion contraire, c'est que l'espace de temps entre les observations n'a pas été suffisant; mais il est bien prouvé pour certaines sources qu'elles ont varié de composition; telles sont celles de Seltz, de Barèges et autres. — On comprend, du reste, que les circonstances où les eaux minérales se produisent peuvent varier par un phénomène physique ou mécanique, ou même simplement par l'épuisement des substances qu'elles entraînent. Ainsi le prouvent les immenses travertins de Rome, causés par les dépôts échappés des *eaux minérales*; ainsi l'indiquent ceux de Vichy et encore ceux de Saint-Nectaire, où des dépôts successifs de sable argileux, d'arragonite, d'ocre et de travertin étalent, pour ainsi dire, aux yeux de l'observateur les preuves de ces changements de composition, en lui indiquant en même temps la composition de ces eaux aux différentes époques. De même des eaux du Mont-Dore, qui ont abandonné un énorme dépôt de silice et qui n'en contiennent plus maintenant. — Le temps modifie donc les *eaux minérales* dans leur composition, comme il modifie toute chose.

La température pourra avoir la même influence et conduire au même résultat. N'est-il pas évident qu'étant prouvé que certaines sources ont pu diminuer ou augmenter de température, il faut croire à la possibilité d'une puissance dissolvante moindre ou plus forte dans l'eau? Ajoutons cette cause à celle du temps.

Mais ici vient une troisième cause que nous aurons à noter, et dont l'influence est toute-puissante, au moins sur certaines eaux : c'est l'air, avec son élément comburant, l'oxygène. En effet, la présence de l'air peut modifier profondément la composition des *eaux minérales*; et, pour en apprécier mieux la valeur, classons-les suivant les principes chimiques qu'elles contiennent.

Nous avons : 1° les eaux acidules salines, se divisant en eaux acidules alcalines, ferrugineuses et calcaires; 2° les eaux véritablement salines, divisées elles-mêmes en ferrugineuses, calcaires, magnésiennes et salées; 3° les eaux sulfureuses, qui comprennent des eaux à hydrogène sulfuré, ou à sulfures, ou à sulfhydrate de sulfure, ou enfin à polysulfure; 4° enfin, les eaux acides.

Or, que les eaux acidules viennent au contact de l'air, ici les éléments de l'atmosphère n'agiront pas par eux-mêmes, excepté sur les eaux acidules ferrugineuses; mais la diminution de pression permet d'abord au gaz carbonique de ces eaux de s'échapper, et dans les eaux alcalines (Vichy, Mont-Dore, Seltz), la soude restera à l'état de carbonate; dans les eaux acidules calcaires (Saint-Allyre), le bi-carbonate de chaux se détruisant peu à peu finira par produire d'énormes incrustations calcaires; les eaux ferrugineuses (Forges, Spa, Provins, Pouges, Bourbon-l'Archambault) verront aussi leur carbonate de fer abandonner le gaz qui le retenait en dissolution; et alors le carbonate ferreux absorbant l'oxygène de l'air se transformera en définitive en sesqui-oxydé de fer hydrate ou ocre

jaune. Si les eaux contenaient de la silice en grande quantité, celle-ci pourrait se disposer comme cela a lieu aux sources du Geyser, comme cela s'est passé anciennement au Mont-Dore et comme nous l'indiquent encore les dépôts successifs de Saint-Nectaire.

Les réactions de l'air sur les eaux salines seront moins variées; il n'atteindra guère que les eaux ferrugineuses sulfatées; et là le sulfate s'oxydant peu à peu, pourra se précipiter en partie et diminuer l'intensité thérapeutique de l'eau. — Cette opération de la précipitation du fer est même quelquefois nécessaire lorsque l'eau en est trop chargée; c'est ce qui arrive à l'eau de Passy, qu'on fait séjourner dans de grands bassins, où on la laisse se précipiter jusqu'à un moment donné.

Mais la modification la plus puissante que l'air puisse imprimer aux eaux minérales a lieu pour celles qui contiennent un principe hépatique. En effet, les eaux sulfureuses s'altèrent bien plus promptement encore que les autres : l'oxygène de l'air en s'emparant de l'hydrogène du sulfhyde hydrique, met le soufre en liberté ou le brûle à son tour. Qu'ainsi l'hydrogène sulfuré soit seul, il pourra précipiter du soufre ; que ce soit un sulfure alcalin, ce sulfure, sous l'influence de l'oxygène de l'air, pourra passer successivement à l'état de polysulfure, d'hyposulfite et de sulfate, et faire prendre ainsi à l'eau sulfureuse des colorations et des troubles successifs dont l'unique cause sera due à l'altération du principe sulfuré par l'oxygène de l'air. C'est à cela qu'on doit rapporter le blanchissement des eaux de Barèges et de Bagnères, la lactescence et le louchissement des autres eaux minérales sulfureuses, faits que Fontan a bien expliqués et mis au jour, soit qu'on admette le soufre à l'état de sulfure ou de sulfhydrate de sulfure. De là l'explication de ces faits qui passaient pour étranges, tel que le blanchissement des eaux de Bagnères qui, mises en contact avec de l'eau inaltérée, redevenaient limpides de louches qu'elles étaient, phénomène dû à la dissolution du soufre précipité, par le sulfure ou le sulfhydrate de sulfure encore intact de l'eau non aérée.

Mais un fait qui, malheureusement, n'a pas bien été examiné jusqu'ici est surtout l'influence de l'air par son oxygène sur les matières organiques en dissolution dans les principales *eaux minérales*, et l'influence de ces matières elles-mêmes sur la quantité d'air et d'oxygène que l'eau peut retenir en dissolution. En effet, Fontan a vu que les eaux sulfureuses qui contiennent une matière azotée en parfaite dissolution donnaient lieu, sous l'influence de l'air, à des productions glaireuses non organisées, qui devaient certainement résulter de la condensation du principe azoté. Cette matière glaireuse se transforme ensuite, en présence de l'air, du principe sulfureux, de la lumière et d'une certaine température, en êtres organisés affectant des formes bien déterminées, et qui sont de véritables plantes analogues aux conferves. Outre l'intérêt qu'on devrait attacher à l'examen d'un pareil sujet, c'est qu'il semblerait, malgré le peu de renseignements que l'on possède à cet égard, que la plupart des *eaux minérales* sont caractérisées (au moins quant à la classe) par quelques-unes de ces plantes. Ainsi, l'eau de Néris et les eaux salines analogues ont l'*anabaina monticulosa* et l'*anabaina thermalis* ; les eaux salines des Pyrénées ont les *oscillaria major* et *nigra*, les *zygnema quininum* et *genuflexum* ; une autre plante, couleur de rouille, caractérise les eaux ferrugineuses etc. — Étudier la génération de ces êtres à l'aide des principes organiques renfermés dans les *eaux minérales*, est véritablement nécessaire. — Un fait que nous devons rapporter ici et qui se lie à ces observations, est

la production d'une masse gélatineuse très-analogue à la *barégine* et observée par M. Riégler dans une dissolution saturée plusieurs fois d'hydrogène sulfuré.

Mais un autre fait non moins remarquable c'est celui qui a été observé d'abord par Robiquet dans les eaux de Néris, et plus tard par MM. Morren. Dans l'eau de Néris la matière glaireuse qui donne l'*anabina monticulosa,* forme des tubes d'où suintent des bulles de gaz qui sont de l'air très-oxygéné; et la quantité d'oxygène que contient l'eau paraît en relation directe avec la masse de ces végétaux. (J.) — MM. Morren ont fait la même observation dans les eaux de Limoges, et ont vu que la richesse de l'eau en oxygène, et par conséquent sa salubrité, dépendait d'une foule de petits animalcules microscopiques qui, comme les plantes sous l'influence du soleil, rendaient de l'oxygène.

Nous aurions désiré compléter cette copie en présentant quelques points de vue sur la composition de l'eau de la mer et sur la composition de la masse d'eau aux différentes époques géologiques et parler de la formation successive des terrains, mais le temps nous arrête.

10 mai 1850.

E. Baudrimont.

NOTES.

(A) Sans vouloir prétendre expliquer l'origine de ces substances, j'ai eu cependant, à Vichy, l'idée de soumettre un sulfure métallique (celui de fer par exemple) à l'action d'un courant d'acide carbonique et de vapeur d'eau à la température rouge, persuadé que dans cette circonstance il y aurait production d'hydrogène sulfuré. N'ayant pas à Vichy les éléments nécessaires pour tenter une pareille expérience, je suis encore à l'entreprendre. Elle expliquerait jusqu'à un certain point la production de l'hydrogène sulfuré, et par conséquent celle des sulfures alcalins, dans les terrains primitifs où il n'y a pas de sulfates et où l'on rencontre seulement des sulfures métalliques insolubles, qui doivent être là en présence de gaz carbonique et d'eau à une température élevée et à une forte pression. C'est à cette réaction sans doute qu'on doit rapporter la très-petite quantité d'acide sulfhydrique qui se trouve dans presque toutes les sources de Vichy.

(B) L'étude toute spéciale que j'ai faite des eaux de Vichy me permet d'affirmer qu'il est impossible que le jaillissement des sources soit dû à cette cause. Les sources de Vichy ne sont que des puits artésiens naturels.

(C) Il est bien probable que la température du centre de la terre n'a pas cet énorme degré de chaleur que lui suppose le calcul, si l'on s'en rapporte à la loi d'équilibre de température, et en songeant aux courants qui doivent naître par les différences de densité apportées dans les couches terrestres par cette chaleur même.

(D) Cette idée m'est venue en raison d'un fait qu'on a l'occasion d'observer journellement dans les laboratoires. Quand un corps est en fusion, à une température élevée, sa surface présente constamment un mouvement rotatoire qui, bien certainement, dérive de toute sa masse; et ce mouvement paraît d'autant plus rapide que la température du corps est plus élevée. Ce phénomène est très-visible pendant la fusion ignée des silicates et des métaux; pendant la coupellation de l'or et de l'argent; et enfin, il est aussi très-sensible quand les liquides se trouvent à l'état sphéroïdal. Ce mouvement rotatoire est-il dû à des différences de densité dans les couches d'une masse en fusion, ou au travail des molécules pour se mettre en équilibre de température, ou enfin, à une nécessité aveugle de la matière de tourbillonner sous l'influence d'une chaleur élevée? Toujours est-il que le fait existe.

(E) En partant de cette idée que les planètes ont été successivement abandonnées par la masse du soleil, on conçoit que celles qui sont le plus éloignées de cet astre ont dû se refroidir les premières : si toutes avaient eu le même volume, il aurait été facile de vérifier ce que nous cherchons à établir ici. Ce volume étant très-différent pour chacune d'elles, on est alors en droit de supposer que les planètes les plus grosses ont dû se refroidir plus lentement à cause de leur masse matérielle, et contrebalancer ainsi le prompt refroidissement qu'elles auraient dû éprouver en abandonnant le soleil les premières. La théorie que nous exposons ici fait comprendre alors,

Pourquoi Saturne, distant du soleil de 323 millions de lieues, ayant un volume près de mille fois plus considérable que celui de la terre, peut tourner sur son axe en 10 h. 18';

Pourquoi Jupiter, éloigné du soleil de 77 millions de lieues, ayant un volume près de 1,300 fois plus considérable que celui de la terre, tourne sur lui-même en 9 h. 55' 50";

Pourquoi la terre, éloignée du soleil de 35 millions de lieues avec son volume égal à 1 (comparé à celui des autres planètes), tourne en 24 heures sur elle-même;

Pourquoi Vénus, éloignée de 25 millions de lieues du soleil, moins volumineuse que la terre, décrit une circonférence entière sur son axe en 23 h. 21';

Pourquoi Mercure, à 13 millions de lieues du soleil, d'un diamètre de 1,200 lieues, tourne sur lui-même en 24 h. 05';

Enfin, pourquoi la lune, d'un volume à peu près quarante-neuf fois moindre que celui de la terre, a un mouvement de rotation sur elle-même qui se fait en 27 jours 7 h. 43' 11" 5/10.

La simple comparaison de tous ces nombres montre que les planètes les plus petites ont un mouvement rotatoire sur leur axe plus lent que celui des grosses planètes, parce qu'elles ont dû se refroidir plus vite que ces

dernières. C'est ce qui est surtout sensible pour le satellite de la terre, la lune. La rotation des planètes sur leur axe aurait donc pour cause leur liquidité primitive due à leur énorme température, et la rapidité de leur rotation décroîtrait proportionnellement avec leur température. C'est aux observations astronomiques futures que nous confions le soin de vérifier cette théorie ou de la détruire.

(F) Nous avons vu les sources de Vichy; rien ne nous porte à croire que leur thermalité soit due à une autre cause qu'à la chaleur centrale.

(G) Dans le mémoire que nous avons présenté à l'Académie de médecine sur les eaux de Vichy, nous avons prouvé que ces variations de température étaient dues à une tout autre cause: elles proviennent du refroidissement irrégulier que l'eau de source subit dans les bassins où elle séjourne, attendu que les sources qui jaillissent librement, sans stationner dans un réservoir, ont une température constante à leur point d'émergence.

(H) Non-seulement les eaux minérales ont dû varier de composition dans la suite des temps, comme l'indiquent les exemples que nous avons choisis; mais, pour nous, il résulte encore de recherches particulières, qu'une eau minérale éprouve dans sa composition des variations journalières, variations qui, il est vrai, porteraient sur la quantité et non sur la nature des principes minéralisateurs. A ce sujet, de nombreuses expériences sont consignées dans notre mémoire sur les eaux de Vichy.

(J) Des expériences entreprises sur la plante thermale des eaux de Vichy (*oscillaria thermalis*) nous ont donné le même résultat; c'est-à-dire que, sous l'influence solaire, cette plante réduit l'acide carbonique de l'eau minérale pour s'en approprier le carbone et en rejeter l'oxygène; phénomène très-important qui, d'après M. le docteur Prunelle, peut amener la suroxygénation de l'eau minérale.

7 août 1852.

E. Baudrimont.